

С.Р. Меметов, Э.Ш. Джемилов, канд. техн. наук,  
М.Л. Шабдинов, канд. пед. наук, Симферополь, Украина

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ СОТС НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ ОТВЕРСТИЙ**

*У статті представлені результати досліджень, ґрунтовані на методі тензометрії, що відображають вплив МОТС на величину контактних навантажень на поверхні різального леза при взаємодії розгортки з оброблюваною деталлю і на якість обробленої поверхні.*

*В статье представлены результаты исследований, основанные на методе тензометрии, отражающие влияние СОТС на величину контактных нагрузок на поверхности режущего лезвия при взаимодействии развертки с обрабатываемой деталью и на качество обработанной поверхности.*

*The results of researches, based on the method of tensometry, reflecting influence of LCTT on the size of the contact loadings on the surface of cutting blade at interaction of involute with a workpiece and on the quality of the treated surface, are presented in the article.*

Усиление конкуренции на мировом рынке ставит перед машиностроительными предприятиями задачу выпуска высококачественной продукции. Одним из способов повышения качества изделий является совершенствование процессов получистовой и чистовой обработки, к которым относится развёртывание отверстий. Известно, что основными факторами, определяющими точность и качество развёртываемого отверстия, являются конструкция, геометрия, способ крепления и материал инструмента, явления стружкообразования, динамические явления, применяемые СОТС, режимы резания, точность и качество предварительно обработанного отверстия. Как показал анализ [1], точность отверстий, обработанных развёртками, на многих машиностроительных заводах не удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям. При обработке развёртками отверстий высокой точности наиболее часто приходится сталкиваться с такими погрешностями:

- 1) некруглость (огранка) отверстий;
- 2) большая шероховатость обработанной поверхности;
- 3) разбивание или усадка отверстий.

Как было отмечено выше, применение СОТС является одним из основных направлений интенсификации процесса обработки отверстий развёртыванием. Механизм смазочного действия СОТС способствуют уменьшению схватывания, фрикционному нагреву и силы трения при перемещении стружки и обрабатываемого материала по передней и задней поверхностям инструмента [2].

Влияние СОТС на процесс контактного взаимодействия инструмента с деталью при развертывании оценивалось по двум критериям: контактными нагрузкам и шероховатости поверхности. Эксперименты проводились на радиально-сверлильном станке мод. 2К522 по методике [3], основанной на тензометрии. В качестве инструмента использовали развертку машинную из стали Р6М5  $\varnothing 33,8$  мм, обрабатываемый материал – сталь 45, ГОСТ 1050-88 (НВ229) (рис.1). С позиции вредного воздействия СОТС на организм человека, при проведении экспериментов использовали экологически безопасные СОТС растительной и животной природы (масло подсолнечное и жир свиной), подача которых осуществлялась свободно падающей струей.



Рисунок 1. Экспериментальная установка для исследования контактных нагрузок

Для получения объективных данных и снижения погрешностей измерения контактных нагрузок разработана схема, максимально приближенная к процессу резания (рис.2).

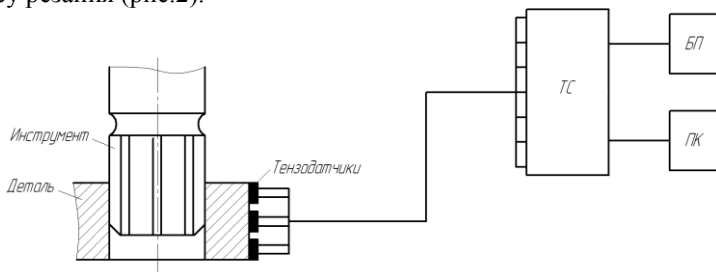
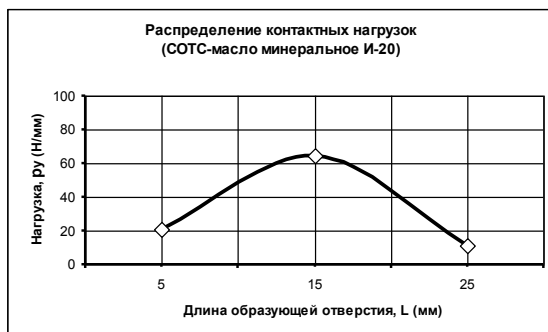
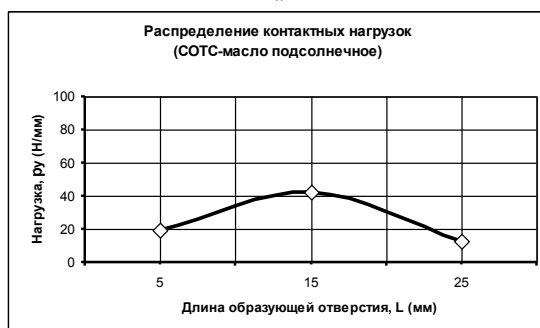


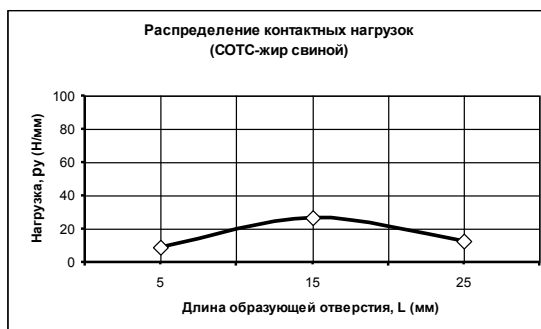
Рисунок 2. Схема измерения контактных нагрузок



а



б



в

Рисунок 3 – Эпюра линейно распределенной нагрузки вдоль режущего лезвия раз-  
вертки в момент положения инструмента в середине длины обрабатываемого отвер-  
стия в зависимости от применяемого СОТС

(режимы резания:  $V=53\text{ м/мин}$ ;  $S=0,32\text{ мм/об}$ ): а – масло минеральное И-20;

б – масло подсолнечное; в – жир свиной

Определение контактных нагрузок при взаимодействии режущего лезвия развертки с поверхностью отверстия проводилось следующим образом: сигнал, выдаваемый каждым из 3-х тензодатчиков (рис. 2) в зависимости от приложенной нагрузки, поступал на тензостанцию ТС-8 и записывался одновременно.

После обработки сигналов были получены значения контактных нагрузок (табл. 1) и построены эпюры его распределения на поверхности режущего лезвия развертки (рис. 3).

Таблица 1 – Значения контактных нагрузок на поверхности режущего лезвия развертки

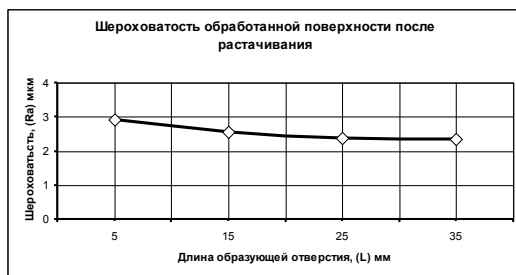
Обрабатываемый Материал	Припуск на диаметр ( $t$ ), мм	Длина об- разующей ( $L$ ), мм	Линейно распределенная нагрузка ( $p_y$ ), Н/мм		
			В среде минерального масла И-20	В среде подсол- нечного масла	В среде жи- вотного (свиного) жира
Сталь 45	0,2	5	21,02757	19,26018	9,122463
		15	64,2558	42,08668	27,00022
		25	11,1537	12,7576	12,28845

Из эпюр линейного распределения контактных нагрузок (рис. 3) видно, что по отношению к развертыванию в среде минерального масла И-20 значения  $p_y$  уменьшаются, при применении подсолнечного масла в 1,5 раза, а свиного жира – в 2,3 раза. Полученный результат можно объяснить тем, что, образуясь в процессе резания смазочные пленки в зоне контакта инструмента с деталью способствуют нейтрализации силового поля физически чистых металлических поверхностей, образованию физических абсорбированных пленок и в итоге уменьшению адгезии трущихся тел [2].

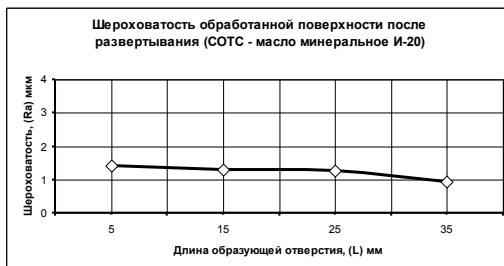
Проведены измерения микрогеометрии обработанных поверхностей на профилометре TR200 с программным обеспечением (табл. 2) и по полученным данным построены графики шероховатости (рис. 4).

Таблица 2 – Величина шероховатости вдоль образующей отверстия

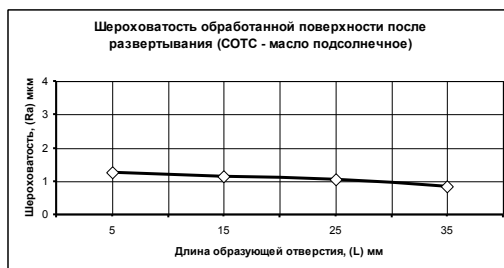
Инструмент	СОТС	Шероховатость ( $R_a$ ), мкм			
		Участок			
		1	2	3	4
Резец расточ- ной	После растачивания	2,917	2,553	2,384	2,347
Развертка ма- шинная	Масло минеральное И-20	1,419	1,283	1,258	0,923
	Масло подсолнечное	1,254	1,137	1,042	0,852
	Жир свиной	1,093	1,000	0,985	0,831



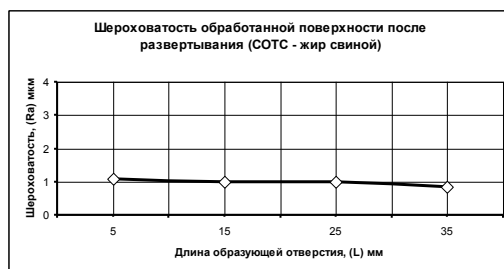
*a*



*б*



*в*



*г*

Рисунок 4 – Шероховатость поверхности вдоль образующей отверстия:  
 а – после растачивания; б – после развёртывания в среде минерального масла И-20;  
 в – после развёртывания в среде подсолнечного масла;  
 г – после развёртывания в среде свиного жира

Из графиков (рис. 4), видно, что предлагаемые экологически безопасные СОТС при разворачивании создают благоприятные условия для уменьшения величины микронеровности поверхности образующей цилиндрического отверстия (по отношению к разворачиванию в среде минерального масла И-20 значения  $R_a$  уменьшаются, при применении подсолнечного масла в 1,24 раза, а свиного жира – в 1,91 раза).

Механизм смазывающего действия СОТС еще недостаточно объяснен, а существующие теории основаны на ряде, не до конца изученных предположений. Экспериментальные исследования показали, что смазочная пленка между соответствующими поверхностями инструмента и обрабатываемой детали может образоваться при очень малых скоростях резания и уменьшить трение до 80%. С ростом скорости резания эта возможность уменьшается преимущественно из-за появления высоких температур, при которых уменьшается вязкость жидкости и нарушается целостность смазочной пленки, что приводит к непосредственному контакту инструмента и детали [4].

Работами академика Ребиндера П.А. и его школы установлено, что совместно с внешнесмазочным действием адсорбционных пленок, СОТС в определенных условиях могут оказывать «внутреннее смазочное действие». Поверхностно-активные вещества (ПАВ), входящие в состав СОТС, проникают в зону деформации по плоскостям скольжения в отдельных зернах обрабатываемого металла и тем самым облегчают процесс пластической деформации срезаемого слоя. Продукты распада адсорбированных ПАВ внедряются в кристаллическую решетку наиболее деформированных зерен металла, переводя его в более хрупкое состояние. Такое охрупчивание приводит к уменьшению величины предельной пластической деформации срезаемого слоя перед разрушением и уменьшению работы резания.

Путем применения СОТС, которое осуществляется двумя путями (синтезированием эффективных СОТС и разработкой новых способов подачи их в зону резания), можно существенно повысить экономичность механической обработки.

**Список использованных источников:** 1. *Каплий Н.И.* Конструкции развёрток, повышающие производительность и точность обработки / Каплий Н.И., Малышко И.А. – М.: 1974. – (Технология, организация механосборочного производства, НИИИНФОРМТЯЖМАШ, № 2). 2. *Ящерицын П.И.* Теория резания / Ящерицын П.И., Фельдштейн Е.Э и др. – Мн.: Новое знание, 2006. – С. 262. 3. *Джемилов Э.Ш.* Повышение качества обработки конических отверстий алмазным хонингованием на основе исследования контактного взаимодействия инструмента с деталью: дис. канд. техн. наук / Джемилов Э.Ш. – Симферополь, 2010. 4. *Ивкович Бранко* Трибология резания / Ивкович Бранко – Мн.: Наука и техника, 1982. – С. 82.

*Поступила в редакцию 15.06.2012*